

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-018017

(43)Date of publication of application : 17.01.1997

(51)Int.Cl.

H01L 29/84

G01L 9/04

(21)Application number : 07-186498

(71)Applicant : OMRON CORP

(22)Date of filing : 30.06.1995

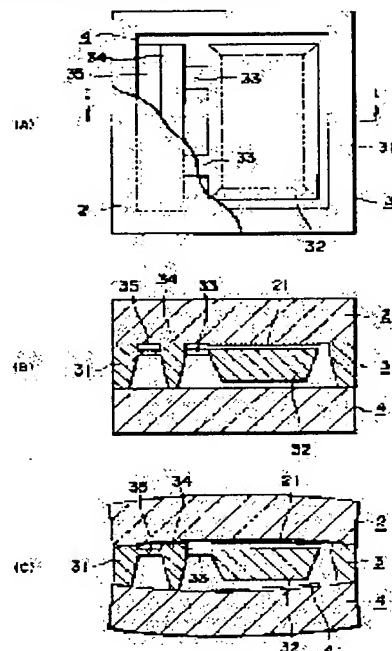
(72)Inventor : HOSOYA KATSUMI
OBA MASATOSHI
HIKASA KOICHI

(54) SEMICONDUCTOR ACCELERATION SENSOR AND SEMICONDUCTOR PRESSURE SENSOR

(57)Abstract:

PURPOSE: To lessen the effect of temperature fluctuation by a method wherein a supporting part is provided as it remains free from contact with a fixed board, and the supporting part is coupled at least to a side of a frame part by a coupling part.

CONSTITUTION: A frame part 31 of a square frame shape, a thinly formed beam (second coupling part) 35, a supporting part 34, two beams 33 (first coupling part) and an overlapped part 32 are formed on a silicon semiconductor board 3. The beam 35 has elasticity, and the supporting part 34 and the whole part of a side of the frame part 31 are coupled on the upper part of a side of the frame part 31. The beam 33 has elasticity, and it supports the overlapped part 32 from the upper side of the supporting part 34. When thermal strain is generated by the change of circumferential temperature, the upper and the lower surfaces of the supporting part 34 are only brought in contact with the upper and the lower fixing boards 2 and 4, and they are not fixed. Accordingly, even when the frame part 31 and the upper and the lower fixing boards 2 and 3 are deformed by thermal strain, the deformation is absorbed by the elastic beam 35, the supporting part 34 is not deformed and inclined, and it is maintained almost in the initial state.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 9 - 1 8 0 1 7

(43) 公開日 平成 9 年 (1997) 1 月 17 日

(51) Int. Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 29/84			H 0 1 L 29/84	B
G 0 1 L 9/04	1 0 1		G 0 1 L 9/04 1 0 1	

審査請求 未請求 請求項の数 9

F D

(全 1 9 頁)

(21) 出願番号 特願平 7 - 1 8 6 4 9 8

(22) 出願日 平成 7 年 (1995) 6 月 30 日

(71) 出願人 000002945

オムロン株式会社

京都府京都市右京区花園土堂町 10 番地

(72) 発明者 細谷 克己

京都府京都市右京区花園土堂町 10 番地 オムロン株式会社内

(72) 発明者 大場 正利

京都府京都市右京区花園土堂町 10 番地 オムロン株式会社内

(72) 発明者 日笠 浩一

京都府京都市右京区花園土堂町 10 番地 オムロン株式会社内

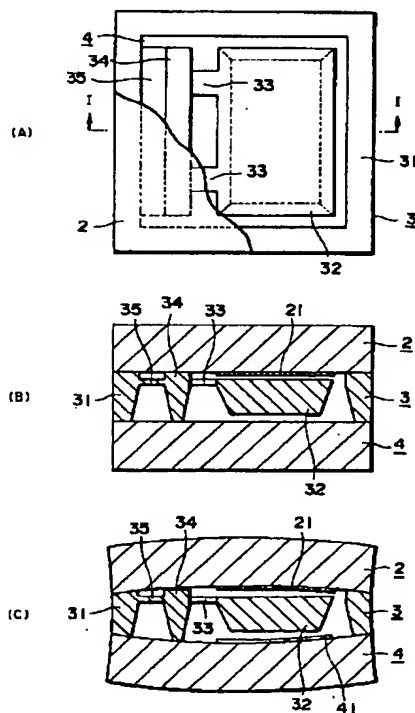
(74) 代理人 弁理士 牛久 健司 (外 1 名)

(54) 【発明の名称】 半導体加速度センサおよび半導体圧力センサ

(57) 【要約】

【目的】 温度変化による影響の少ない半導体加速度センサおよび半導体圧力センサを提供する。

【構成】 半導体加速度センサは、上部固定基板 2、下部固定基板 4 およびこれらに挟まれたシリコン半導体基板 3 から構成される。シリコン半導体基板 3 には、方形枠状のフレーム部 31、支持部 34、重り部 32、支持部 34 からのび重り部 32 を支持する梁 (第 1 の連結部) 33、および支持部 34 をフレーム部 31 の一側に連結する弾性を有する薄膜状梁 (第 2 の連結部) 35 が形成されている。支持部 34 の上、下面は上、下固定基板 2、4 の内面に接しているが、接合されていない。このため、周囲温度の変化によって上、下固定基板 2、4、半導体基板 3 のフレーム部 31 が変形しても、これによる歪みは薄膜条梁 35 によって吸収され、支持部 34 の変形が抑制されるので、重り部 32 の位置は殆ど変動しない。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 フレーム部およびこのフレーム部内に設けられかつ変位可能に支持されたセンサ部を有する半導体基板と、この半導体基板のフレーム部の少なくとも一面に接合された固定基板とを備えた半導体センサにおいて、上記半導体基板の上記フレーム部の内側であって、上記フレーム部から離れた位置に、上記センサ部を支持する支持部が上記固定基板と接合されない状態で設けられ、上記支持部が上記フレーム部の少なくとも一側に連結部を介して連結されていることを特徴とする、半導体センサ。

【請求項2】 上記連結部が上記支持部の高さの中央から上、下いずれかに偏った位置に設けられ、薄膜状で弾性を有している、請求項1に記載の半導体センサ。

【請求項3】 上記連結部が上記半導体基板に溝を形成することにより弾性をもつように形成されている、請求項1に記載の半導体センサ。

【請求項4】 上記支持部が方形枠状であり、上記連結部が上記フレーム部と上記支持部とを上記フレーム部の少なくとも二辺において連結しかつ弾性をもつように形成されている請求項1に記載の半導体センサ。

【請求項5】 上記連結部が上記支持部の高さの中央の位置に設けられた支持腕である、請求項1に記載の半導体センサ。

【請求項6】 上記固定基板がガラス基板であり、このガラス基板と上記半導体基板のフレーム部とが陽極接合されており、上記支持部が上記固定基板に接しており、この接している部分において上記支持部と上記固定基板の少なくともいずれか一方に陽極接合によって接合されていない層または膜が形成されている請求項1に記載の半導体センサ。

【請求項7】 圧力センサであり、上記支持部と上記固定基板の接している部分に気密構造が形成されている請求項6に記載の半導体センサ。

【請求項8】 上記支持部が上記固定基板から離れている、請求項1に記載の半導体センサ。

【請求項9】 上記固定基板および上記半導体基板がシリコン基板であり、これらの接合すべき一方の部分にガラス層が設けられている、請求項1に記載の半導体センサ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【技術分野】 この発明は、一般的には半導体センサに関し、より具体的には半導体加速度センサおよび半導体圧力センサに関する。

【0002】

【背景技術】 半導体加速度センサは、半導体基板、たとえばシリコン半導体基板を含んでいる。半導体基板には、エッチング加工により、方形枠状のフレーム部と、このフレーム部内に配置され、外力（加速度、振動等）

に応じて変位する重り部と、この重り部をフレーム部に連結する弾性を有する連結部とが形成される。この半導体基板を挟むようにその両面にガラス等の絶縁性材料からなる固定基板が接合される。連結部には、重り部をその一部で片持ち状に支持する片持ち梁、重り部をその両部で両持ち状に支持する両持ち梁、重り部をその全周にわたって連続的に支持するダイヤフラム等の態様がある。

【0003】 重り部の変位（加速度の変化を表わす）の検出方式の観点から半導体加速度センサは、静電容量型、ピエゾ型等に分けられる。静電容量型は重り部を可動電極とし、固定基板に固定電極を設け、これらの可動電極と固定電極との間の静電容量（またはその変化）を計測するものである。一方の固定基板にのみ固定電極を設けるものと、両方の固定基板に固定電極を設けるもの（差動タイプ）とがある。ピエゾ型では、連結部にピエゾ抵抗素子が設けられる、または形成される。ピエゾ抵抗素子はその部分に生じる歪みに応じて抵抗値が変化するので、この抵抗値（またはその変化）を測定することにより加速度を知ることができる。

【0004】 半導体圧力センサでは、上述の半導体加速度センサの構造において、重り部に代えて、圧力に応じて変形または変位する感圧ダイヤフラム部が設けられる。圧力検出方式には静電容量型、ピエゾ型等がある。

【0005】 図39（A）は従来の静電容量型半導体加速度センサの一例を示す一部切欠き平面図、図39

（B）および（C）は図39（A）のXXXIX-XXXIX線にそう断面図である。図39（B）は常温下での状態を、図39（C）は高温下での状態をそれぞれ示している。

【0006】 図39（B）および（C）において、作図の便宜上および分かりやすくするために、肉厚が実際よりも厚めに強調して描かれている。このことは、後に説明するこの発明の実施例を示す図面（断面図）においても同様である。

【0007】 静電容量型加速度センサは、ガラス等の絶縁性材料からなる上部固定基板102および下部固定基板104ならびにこれらの固定基板102と104との間に挟まれた導電性をもつシリコン半導体基板103から構成されている。

【0008】 シリコン半導体基板103には、方形枠状のフレーム部131、重り部132およびこれらを連結する2つの連結部（片持ち梁）133が形成されている。フレーム部131は、その上下の面において固定基板102、104と陽極接合され、これによって加速度センサ内に重り部132および後述する固定電極121を収める閉空間が形成されている。重り部132は、上面の面積が下面の面積に比べて大きい逆メサ状で、重り部132と上部固定基板102および下部固定基板104との間には微小な間隙が形成されている。重り部132は梁133によって支持され、かつ

フレーム部131のほぼ中央に位置し、与えられる外力（加速度）に応じて上述した閉空間内において変位（振動）する。

【0009】梁133は、フレーム部131や重り部132に比べてかなり薄く形成され、弾性を有している。連結部133は後述するように製造工程上の制約から一般に、フレーム部131の一侧の上部と重り部132の上部と連結するように形成される。

【0010】重り部132はシリコン半導体基板103によって形成されているために導電性をもち、可動電極として用いられる。

【0011】上部固定基板102の重り部132に対向する内面に、固定電極121が設けられている。固定電極121は、好ましくは上部固定基板102上にアルミニウム等を蒸着することによって形成される（必要に応じて下部固定基板104上にも固定電極が設けられる）。可動電極

（重り部）132および固定電極121は固定基板102の適所に形成された接続孔（図示略）を通して、固定基板102の上面に形成された外部接続電極（図示略）にそれぞれ電気的に接続され、さらに外部接続電極にボンディングされたワイヤを通して静電容量計測回路（加速度検出回路；図示略）に接続される。

【0012】静電容量型加速度センサに外力（加速度）が作用すると、これに応じて重り部（可動電極）132が変位（振動）する。重り部132と固定電極121との間隙が変化することによりこれらの電極132、121間の静電容量が変化し、この静電容量の変化を電気信号として取出すことにより加速度が検知される。

【0013】上述したように、梁133はフレーム部131の一侧の上部（上部固定基板102寄り）に設けられている。これは、シリコン半導体基板103下面の深く掘る部分は処理能力の高いウエット・エッチングを利用し、上面の浅く掘る部分は加工精度の高いドライ・エッチング（たとえばガスプラズマ・エッチング）を利用でき、設計値に近くばらつきの少ない連結部133を形成することができるからである。

【0014】しかしながら、上下固定基板（ガラス基板）102、104とシリコン半導体基板103は材質が異なる（熱膨張率が異なる）ため、周囲の温度変化によって図39（C）に示すような熱歪み（反り）が発生し、連結部133をフレーム部131の一侧の上部に設けた機構においては、重り部132と固定電極121との間隙が変化してしまうといった問題がある。これにより重り部132と固定電極121との間の静電容量（そのオフセット値）が変化し、加速度センサの温度特性が悪くなり信頼性が低下する。

【0015】このような問題点を解消するために、梁133をフレーム部131の上下方向の中央部に設ける構造が考えられる。しかしながらこのような構造においては、シリコン半導体基板103に連結部133を形成する際にウ

エット・エッチングによって半導体基板103を上下両方向から深く掘り進める必要がある。ウエット・エッチング（水酸化カリウム等のアルカリ水溶液を用いる）は加工精度が低いため、梁133の厚さの制御が難しくばらつきも大きい。

【0016】

【発明の開示】この発明は、温度変化による影響の少ない半導体加速度センサおよび半導体圧力センサを提供することを目的とする。

【0017】この発明はまた、半導体センサを高精度に作製する方法を用いるのに適した構造で、しかも温度変化によって特性が影響を受けないようにすることを目的とする。

【0018】この発明は、フレーム部およびこのフレーム部内に設けられかつ変位可能に支持されたセンサ部を有する半導体基板と、この半導体基板のフレーム部の少なくとも一面に接合された固定基板とを備えた半導体センサにおいて、上記半導体基板の上記フレーム部の内側であって、上記フレーム部から離れた位置に、上記センサ部を支持する支持部が上記固定基板と接合されない状態で設けられ、上記支持部が上記フレーム部の少なくとも一側に連結部を介して連結されていることを特徴とする。

【0019】この発明は加速度センサおよび圧力センサに適用することができる。加速度センサの場合には、上記センサ部は重り部を含み、この重り部が梁（片持ちもしくは両持ち）またはダイアフラムを介して上記支持部に支持される。圧力センサの場合には、上記センサ部はダイアフラム部を含み、このダイアフラム部が上記支持部に支持される。

【0020】支持部は一本の直線状であっても、平行な二本の直線状であっても、方形枠状であってもよい。

【0021】上記センサ部（重り部およびダイアフラム部）の変位の検出方式には静電容量型、ピエゾ型等がある。

【0022】この発明によると、上記センサ部を支持する支持部が上記固定基板に接合されない状態で上記連結部によって保持されている。したがって、上記固定基板等が周囲温度の変化によって変形したとしても、この変形の影響は上記支持部および上記センサ部までは殆ど及ばない。これにより、温度変化の影響の少ない半導体センサが実現できる。

【0023】上記連結部には種々の態様がある。その一は、上記連結部が上記支持部の高さの中央から上、下いずれかに偏った位置に設けられ、薄膜状で弾性を有しているものである。その二は、上記連結部が上記半導体基板に溝を形成することにより弾性をもつように形成されているものである。その三は、上記支持部が方形枠状である場合において、上記連結部が上記フレーム部と上記支持部とを上記フレーム部の少なくとも二辺において連

結しかつ弾性をもつように形成されているものである。

【0024】これらのいずれの態様においても、上記連結部は半導体基板等における熱歪みによる変形を吸収する作用をする。上記第一の態様においては、高精度のドライ・エッチングと高速のウェット・エッチングとを併用できるので、迅速にかつ精度の高いセンサの製作が可能となる。

【0025】第四の態様においては、上記連結部が上記支持部の高さの中央の位置に設けられた支持腕によって実現される。上記支持部は支持腕によってしっかりとその中央部で支持されているので、熱による基板の変形の影響を受けにくい。

【0026】上記支持部は上記固定基板に接していても、固定基板から離れていても（この場合には上記連結部は上記第四の態様で実現されるであろう）よい。

【0027】特に上記支持部が上記固定基板に接している場合において、上記固定基板がガラス基板であり、このガラス基板と上記半導体基板のフレーム部とが陽極接合されるときには、上記支持部と上記固定基板が接している部分において、上記支持部と上記固定基板の少なくともいずれか一方に陽極接合によって接合されていない層または膜が形成される。この非接合層または非接合膜の具体例は実施例の説明において明らかにされよう。

【0028】半導体センサが圧力センサである場合には、好ましくは上記支持部と上記固定基板の接している部分に気密構造が形成される。

【0029】他の実施態様では、上記固定基板および上記半導体基板がシリコン基板によって実現される。これらの基板の接合すべき一方の部分に陽極接合のためのガラス層が設けられる。シリコン同士なので上記支持部は上記固定基板に接合しない。

【0030】この発明の他の特徴は図面を参照した実施例の説明において明らかになるであろう。

【0031】

【実施例】以下、この発明を半導体加速度センサおよび半導体圧力センサに適用した実施例について説明する。

【0032】（１）半導体加速度センサ

第1実施例

第1実施例は原理的な構造を示すものである。図1

（A）は第1実施例の静電容量型半導体加速度センサの一部切欠き平面図である。図1（B）は図1（A）のI-I線にそう断面図である。図1（C）は外部の温度変化によって熱歪みによる形状変化が発生した状態を示すもので、図1（B）に相当する断面図である。

【0033】加速度センサは、ガラス等の絶縁性材料から形成される上部固定基板2および下部固定基板4（以下の説明において上下とは図1（B）を基準とする、他の実施例についても同じ）、ならびにこれらの上、下固定基板2、4間に挟まれた導電性のあるシリコン半導体基板3から構成されている。

【0034】シリコン半導体基板3には、方形枠状のフレーム部31、肉薄の梁（第2連結部）35、支持部34、2つの梁（第1連結部）33および重り部32が形成されている。梁35はフレーム部31と支持部34を、梁33は支持部34と重り部32をそれぞれ連結している。

【0035】シリコン半導体基板3はそのフレーム部31の上、下面において上、下の固定基板2、3と結合されている。これによってフレーム部31の内部に閉空間が形成されている。支持部34の上、下の面は固定基板2、4の内面と接してはいるが、固定（接合）されてはいない。

【0036】重り部32は、上面の面積が下面の面積に比べて大きい逆メサ状で、フレーム部31よりもやや薄く形成されている。したがって、重り部32の上面と上部固定基板2との間、および重り部32の下面と下部固定基板4との間には微小な間隙がある。上、下固定基板2、4の内面をドライ・エッチング等によって一定の深さに削り、これによって重り部32との間に間隙を形成するようにしてもよい。重り部32はフレーム部31内に形成された閉空間のほぼ中央に位置し、与えられる外力（加速度）に応じて閉空間内において変位（振動）する。重り部32はシリコン半導体によって形成されているため導電性を持ち、可動電極として用いられる。

【0037】支持部34は、フレーム部31の一側と重り部32との間に形成された部分であり、その長さは重り部32の長さ（図1（A）において上、下方向の長さ）に等しく（またはほぼ等しく）、厚さ（高さ）はフレーム部31の厚さと等しい。上述のように支持部34の上下面は上下固定基板2、4の内面に接している。

【0038】梁35は、フレーム部31、支持部34および重り部32に比べてかなり薄く梁33とほぼ同じ厚さに形成され、弾性を有しており、その長さは長く支持部34の長さに等しい（ほぼ等しくてもよい）。フレーム部31の一側の上部（上部固定基板2寄りの位置）において支持部34とフレーム部31の一側のほぼ全体とを連結している。

【0039】梁33も薄く形成されており、弾性を有している。この実施例においては、梁33は2本設けられており、支持部34の一側の上部において重り部32をその一側から支持している（片持梁）。

【0040】上部固定基板2の重り部32に対向する内面に、固定電極21が設けられている。固定電極21は、好ましくは上部固定基板2上にアルミニウム等を蒸着することによって形成される。下部固定基板4上にも鎖線41で示すように固定電極を設けるようにしてもよい。この場合には差動タイプの加速度センサとなる。

【0041】可動電極（重り部）32および固定電極21は上部固定基板2の適所に形成された接続孔（図示略）を通して、上部固定基板2の上面に形成された外部接続電極（図示略）にそれぞれ電氣的に接続され、さらに外部接続電極にボンディングされたワイヤを通して容量計測

回路（加速度検出回路）（図示略）に接続される。以下の実施例においても、可動電極、固定電極、ピエゾ抵抗素子等と外部接続電極との電気的接続、および外部接続電極と加速度検出回路（または圧力検出回路）との電気的接続については図示が省略される。

【0042】静電容量型加速度センサに外力（加速度）が作用すると、これに応じて重り部（可動電極）32が変位（振動）する。重り部32と固定電極21との間隙が変化することによりこれらの電極32、21間の静電容量が変化し、この静電容量の変化を電気信号として取出すことにより加速度が検知される。

【0043】図1（C）を参照して、上下固定基板（ガラス基板）2、4とシリコン半導体基板3は材質が異なるので熱膨張係数も異なり、周囲の温度変化によって熱歪みが発生する。一方、重り部32は梁33を介して支持部34に支持されている。支持部34は薄膜状の弾性を持つ梁35を通してフレーム部31の一侧に連結されている。支持部34の上、下面は上、下固定基板2、4と接触しているだけで固定されていない。したがって、熱歪みによってたとえフレーム部31や上、下固定基板2、3が変形したとしてもこの変形は弾性を持つ梁35によって吸収され、支持部34は変形したり、傾いたりすることなく、ほぼ初期状態に保たれる。フレーム部31の変形が重り部32にまで影響を及ぼすことは殆どない。半導体加速度センサの特性は温度変化に殆ど影響を受けなくなる。

【0044】下部固定基板4の内面にも電極41が設けられた差動タイプの半導体加速度センサにおいて、この効果は一層顕著になる。差動タイプにおいては、固定電極41と可動電極32との間の静電容量との差に基づいて加速度が算出される。熱歪みによって図1（C）に誇張して示されているように、固定基板2、4が多少変形しても、この変形による電圧間の静電容量の変化分は、2つの静電容量の差をとることによってほぼ相殺されるからである。

【0045】シリコン半導体基板3は好ましくは2種類のエッチング処理を施すことによって作製される。その一は、水酸化カリウム（KOH）や水酸化ナトリウム（NaOH）等のアルカリ水溶液を用いたウエット・エッチングである。ウエット・エッチングによって、シリコン半導体基板3の下面から、梁35および梁33に相当する部分、ならびに重り部32の周囲を深く削り取る。ウエット・エッチングは能力が高い（エッチング速度が速い）ので、効率よいエッチング処理が可能である。その二は、反応性の高いガスプラズマ等を用いたドライ・エッチングである。ドライ・エッチングによって、シリコン半導体基板3の上（すなわち反対側）から、梁35および梁33に相当する部分を浅く削り取る。ドライ・エッチングは加工精度が高いので、梁35および梁33を正確な厚さで加工することができる。微細加工が要求される工程ではドライ・エッチングを利用し、微細加工が要求さ

れない工程ではエッチング速度の速いウエット・エッチングを利用することにより、設計値に近くばらつきの少ないシリコン半導体基板3を効率よく形成することができる。

【0046】半導体基板3のフレーム部31と上、下固定基板2、4との接合は、これらの間に通電しかつこれらを加熱する陽極接合によって実現される。この陽極接合において、支持部34を上、下固定基板2、4に接合させないでフリーな状態に保つためのいくつかの実施例について以下に説明する。

【0047】図2から図9はそれぞれ第2実施例から第9実施例を示すものであり、図1（B）に相当する断面図である。これらの図において図1に示すものと同一物には同一符号を付し、重複説明を避ける。

【0048】第2実施例

図2において、上下固定基板2、4の支持部34に接触する部分に金属原子（たとえばCr原子）の拡散層50があらかじめ形成されている。この拡散層50は熱拡散やイオン注入により形成することができる。この拡散層の存在により、支持部34の上、下面と上、下固定基板2、4は陽極接合されず、支持部34は上、下固定基板2、4の拘束を受けないフリー状態となる。上、下固定基板2、4や半導体基板3のフレーム部31の熱歪みによる変形が重り部32に影響を与えにくくなり、静電容量特性の温度変化が抑えられる。以下に説明する第3実施例から第9実施例においても同様の効果が得られる。

【0049】第3実施例

図3において、上下固定基板2、4の支持部34に接触する部分に樹脂膜（たとえばポリイミド薄膜）51があらかじめ形成されている。ポリイミド薄膜51の存在により支持部34の上、下面と上、下固定基板2、4とは陽極接合されない。

【0050】第4実施例

図4において、上、下固定基板2、4の内面上に、フレーム部31の一部に接する部分から支持部34に接する部分の全部にかけて連続的に導電性薄膜（たとえばCrAu二層構造）52が形成されている。この導電性薄膜52は、重り部32に対向する上、下固定基板2、4内面に形成された固定電極21、41（たとえばCrAu二層構造）とは電気的に絶縁されている。

【0051】導電性薄膜52の存在により支持部34と上、下固定基板2、4は陽極接合されない。導電性薄膜52と固定電極21、41とを同時に上下固定基板2、4上に形成することができるので、作製プロセスが簡素になる。また、フレーム部31と支持部34とは導電性薄膜52によって電気的に接続される。可動電極32の電気的引出しをフレーム部31を通して行なう構成においては、可動電極32とフレーム部31との間の電気的抵抗が導電性薄膜52の存在により低下するという利点もある。

【0052】第5実施例

図5において、上、下固定基板2、4の支持部34に接触する部分に導電性の高い金属薄膜（たとえばCr薄膜）53があらかじめ形成されている。Cr薄膜53の存在により支持部34と上下固定基板2、4は陽極接合されない。

【0053】第6実施例

図6において、支持部34の上、下面にSiN膜54があらかじめ形成されている。SiN膜54は、ドライ・エッチングまたはウェット・エッチングに際して、シリコン半導体基板3にマスクとして形成されたものを、支持部34の上、下面の部分のものだけをそのまま残しておくことにより、実現できる。SiN膜54の存在により支持部34と上、下固定基板2、4は陽極接合されない。またエッチング・マスクであるSiN膜54をそのまま残して用いるので、作製プロセスが簡素になる。

【0054】第7実施例

図7において、支持部34の上、下面に樹脂膜（たとえばポリイミド薄膜）51があらかじめ形成されている。

【0055】第8実施例

図8において、上、下固定基板2、4の支持部34に接触する部分には導電性の高いCr薄膜53が、支持部34の上、下面にはSiO₂膜55がそれぞれあらかじめ形成されている。これにより、上下固定基板2、4と支持部34は、より確実に接合されなくなる。

【0056】第9実施例

図9において、上、下固定基板2、4がシリコンで形成されている。フレーム部31の上、下固定基板2、4と接合すべき面にガラス層56が設けられている。好ましくは、ガラス層56はNaを含んだものが用いられる。ガラス層56を介してフレーム部31と上、下固定基板2、4は接合されるが、支持部34と上、下固定基板2、4はシリコン同士なので陽極接合されず、支持部34は上下固定基板2、4の拘束を受けないフリー状態となる。上、下固定基板2、4と半導体基板3が全て同じ材料（シリコン）なので熱膨張係数も同じであり、熱歪みが起きにくくなる。上、下固定基板2、4として絶縁性の高いシリコン基板を用いるが、支持部34と上、下固定基板2、4との間に絶縁層を設けておく。

【0057】第10実施例

以下に示す第10実施例から第16実施例は、薄膜状の梁によってフレームに連結された支持部を持つ半導体加速度センサの構成のバリエーションである。これらの実施例においても、図2から図9（第2実施例から第9実施例）に示された支持部を上、下固定基板からフリーな状態に保つ構造のいずれかが採用される。

【0058】図10において、シリコン半導体基板3のフレーム部の一例と支持部34とがV溝36によって隔てられている。V溝36は基板3の両面から、好ましくは異方性エッチングによって形成される。上、下のV溝36の間の部分が第2連結部35Aとなっている。第2連結部35Aは弾性を有しているもので、熱歪みによる変形が重り部32

の傾きに影響を与えにくくなり、第1実施例と同様に静電容量特性の温度変化を抑えることができる。溝36の断面はV字形に限らず他の形状でもよい。

【0059】第11実施例

第11実施例は重り部32を両持ち状に支持したものである。

【0060】図11において、半導体基板3のフレーム部31内に形成された閉空間のほぼ中央に、方形棒状の支持部34Aが形成されている。支持部34Aの厚さはフレーム部31の厚さと等しく、その上、下面は上、下固定基板2、4の内面にそれぞれ接しているが、接合されていない。さらに支持部34A内の空間のほぼ中央には、逆メサ状の重り部32が形成されている。重り部32はその両側上部において2本ずつの梁33によって支持されている。すなわち、支持部34Aの一侧の上部およびそれに対向する他側の上部からそれぞれ2本ずつ梁33が重り部32の方へのび、重り部33に一体的につながり重り部33を支持している。方形棒状の支持部34Aの上記一侧はフレーム部31の一侧に薄膜状の梁35によって連結されている。このような構造の半導体基板もエッチングによって形成することができる。

【0061】このような両持ち梁構造のセンサにおいても、加速度の検出が可能である。特に、この構造のものにおいては、重り部32が上下方向に平行に変位（振動）するので、静電容量の変化が線形性を示すので、加速度計測の線形性が向上する。この実施例においても、固定基板2、4やフレーム部31の熱による変形は薄膜梁35によって吸収される。支持部34Aは上、下固定基板2、4に接合されていないので、重り部32が熱歪みによって傾くことが防止される。

【0062】支持部34Aの四方向から重り部32を梁によって弾性的に支持するようにしてもよい。

【0063】第12実施例

図12に示す第12実施例は第2連結部を、両持ち梁33に代えて、薄肉のダイアフラム33Aとしたものである。他の構成は図11に示す第11実施例のものと同一である。ダイアフラム33Aは、支持部34Aの内周面全体で重り部32を支持するように、重り部32の全周にわたって設けられている。弾性を有するダイアフラム33に支持された重り部32は、センサに加えられる外力に応じて、閉空間内で上下方向に平行に変位（振動）するので加速度の検出が可能であり、かつ静電容量の線形性が向上する。また、温度変化による特性の変化も抑えられる。

【0064】第13実施例

図13に示す第13実施例においては、第2連結部がばね35Bによって実現されている。すなわち、方形棒状のフレーム部31内に方形棒状の支持部34Aが形成されている。支持部34Aは、蛇行状のばね35Bによってフレーム部31にその四方向で連結されている。重り部32は両持ち梁33によって支持部34Aに支持されている。この構造の

ものではバランスを保つ観点から両持ち梁が好ましい。熱歪みによる変形はばね35Bによって吸収される。両持ち梁に代えて第12実施例に示すようにダイアフラムを用いることもできる。

【0065】第14実施例

支持部34Aをフレーム部31に連結するばね35Bは図13に示す蛇行状のもののみならず、図14に示すように、ダイアフラムに多数の穴があけられたものでも実現できる。このようにばねの形状には種々のものが採用できる。穴の形状も円に限定されない。

【0066】第15実施例

上述したすべての実施例の加速度センサは静電容量型のものである。第15実施例はピエゾ型のものである。

【0067】図15に示す第15実施例の加速度センサの半導体基板3、上、下固定基板2、4の構造は図11（第11実施例）に示すものと同じである。図11に示された固定電極21（および41）に代えて、図15においては、両持ち梁33のそれぞれの上に2つずつピエゾ抵抗素子57が梁33の軸方向および軸に垂直な方向に設けられている。

【0068】ピエゾ抵抗素子57はシリコンの梁33表面上に不純物をドーブ（たとえば拡散）して抵抗体を形成することにより実現することができる。ピエゾ抵抗素子57は配線パターンを通して外部に引出され、または半導体基板32上で配線パターンにより、ブリッジ回路を構成するように接続される。

【0069】外部から加えられる力（加速度）に応じて重り部32が変位（振動）し、これによって梁33が伸縮する。梁33の伸縮に応じてピエゾ抵抗素子57の抵抗値が変化する。抵抗値の変化はブリッジ回路の不均衡状態として現れるので、これにより加速度が計測される。

【0070】重り部32が片持ち梁（たとえば図1に示す構造）によって支持されている場合であって、この梁上にピエゾ抵抗素子が設けられている場合には、熱歪みによってたとえば半導体基板、上、下固定基板が変形してとしても、その影響がピエゾ抵抗素子に及ぶことは殆どない。これに対して、図15に示すような両持ち梁の構造においては、半導体基板、上、下固定基板に加わる熱歪みは場所によって異なり、必ずしも左右対称にはならない。そのために、左右（図15において）のピエゾ抵抗素子に加わる歪みが異なることになる。

【0071】図15に示す構造によると、方形枠上の支持部34Aは上、下固定基板2、4とは接合されていず、かつ半導体基板3のフレーム部31とは弾性を持つ梁35によって連結されているから、温度変化によって上、下固定基板2、4、半導体基板3が変形したとしても、この変形が梁33に悪影響を及ぼすことは殆どない。梁33には熱による歪みは殆ど加わらない。したがって、この発明は特に両持ち梁（または次に示すダイアフラムによって重り部を支持する構造）のピエゾ型センサに有効であ

る。

【0072】第16実施例

図16に示す第16実施例の基板の構造は図12（第12実施例）に示すものと同じである。ここでは、重り部32を支持するダイアフラム33A上の4箇所（重り部32の四辺の各辺の中央に相当する箇所）にピエゾ抵抗素子57が形成されている。この構造においても第15実施例と同じ効果が得られる。

【0073】第17実施例

次に示す第17実施例から第22実施例は支持部を半導体基板のフレーム部に連結する第2連結部の構造が上述した第1実施例から第16実施例のものとは異なっている。すなわち、第1から第16実施例では第2連結部は薄膜状の弾性を持つ梁で構成されているのが、第17から第22実施例では第2連結部は変形しにくい剛体のような腕によって構成されている。図17から図22においても、既に説明したものと同一物には同一符号を付し重複説明を避ける。

【0074】図17（A）は第17実施例の静電容量型加速度センサの一部切欠き平面図である。図17（B）は図17（A）のXVII-XVII線にそう断面図である。図17（C）は外部の温度変化によって熱歪みが発生したときの図17（B）に相当する断面図である。

【0075】支持部34は腕35Cによって半導体基板3のフレーム部31の一侧に支持されている。この腕35Cは加速度センサの中心線上であって、かつ高さの中央に形成されており、力が加えられても変形しない程度の固さを持っている。支持部34はフレーム部31の一侧の中央部において支持されている。他の構成は図1に示すものと同じである。

【0076】図17（C）を参照して、上、下固定基板（ガラス基板）2、4とシリコン半導体基板3の材質が異なることによる熱歪みが発生しても、上、下固定基板2、4に接合されていない支持部34の中央部を、剛体である腕35Cがフレーム部31の一侧の高さの中央部において支持しているため、重り部32の位置は殆ど変化しない。したがって熱歪みによって重り部32が傾いたりすることが防止され、静電容量の温度変化を抑えることができる。

【0077】図2から図9を参照して説明した支持部を上、下固定基板からフリーに保持するための構成は図17に示す実施例、および図19から図22に示す実施例の構造にも適用されるのはいうまでもない。

【0078】第18実施例

第2連結部として固い腕を用いた場合には、図18に示すように、支持部34の高さ（厚さ）を半導体基板3のフレーム部31の厚さよりも小さくして、支持部34の上、下面と上、下固定基板2、4との間にわずかの間隙を保って支持部34を浮かしておくこともできる。この構成によっても、上、下固定基板2、4と半導体基板3とを陽極

接合するときに、支持部34は上、下固定基板2、4に接合されない。この構造は、第17実施例および第19から第22実施例にも適用できる。

【0079】第19実施例

図19に示すように、方形枠上の支持部34Aと、この支持部34に両持ち梁33によって支持された重り部32を持つ図11に示すものと同じ構造において、支持部34が固い腕35Cによってフレーム部31に支持されている。

【0080】第20実施例

両持ち梁33に代えてダイアフラム33Aによって重り部32を支持する図12に示すものと同じ構成において、図20に示すように、支持部34が腕34Cによってフレーム部31に連結されている。

【0081】第21実施例

図21において、第21実施例はピエゾ型の加速度センサであり、基本的構成は図15に示すものと同じである。このような構成においても第2連結部を腕35Cによって実現できる。

【0082】第22実施例

図16に示す構造をもつピエゾ型センサにおいては、図22に示すように、梁35に代えて、剛性をもつ腕35Cによって支持部34Aをフレーム部31に連結してもよい。

【0083】(2) 半導体圧力センサ

第23実施例

図23(A)は第23実施例の静電容量型半導体圧力センサの一部切欠き平面図、図23(B)は図23(A)のXXIII-XXIII線にそう断面図である。これらの図は半導体圧力センサの原理的な構造を示すものである。

【0084】半導体圧力センサは、ガラス等の絶縁性材料から形成される上部固定基板2、下部固定基板4、およびこれらの上下固定基板2、4との間に挟まれた導電性のあるシリコン半導体基板3から構成されている。この半導体圧力センサ1は、2つの異なった圧力状態(測定圧力と基準圧力)の差を計測する差圧型圧力センサである。

【0085】シリコン半導体基板3には、方形枠状のフレーム部31、その内部に形成された方形枠状の支持部34A、フレーム部31と支持部34Aを連結する薄膜状の梁35、ならびに支持部34Aに支持された薄肉のダイアフラム部38が形成されている。

【0086】上部固定基板2および下部固定基板4の中央部(ダイアフラム部38の中央部に対応する位置)には圧力導入口22、42がそれぞれ形成されている。これらの導入口22、42の一方は測定すべき圧力を、他方は基準圧力を導入するものである。

【0087】フレーム部31は、その上下の面において上、下固定基板2、4と陽極接合され、これによって圧力センサ1内に支持部34A、およびダイアフラム部38を収める閉空間が形成される。

【0088】フレーム部31内に形成された閉空間のほぼ

中央に、方形枠状の支持部34Aが設けられている。支持部34Aの厚さはフレーム部31の厚さと等しく、上下面は上下固定基板2、4の内面に接しているが、接合されていない。支持部34Aと上、下固定基板2、4とはそれらの間に気体分子が通るほどの隙間もないほどに密接しており、圧力のリークは殆どないように形成される(具体的構成については後述する)。

【0089】薄肉のダイアフラム38は、支持部34Aの上部においてその内周面全体にわたって設けられており、ダイアフラム38と上部固定基板2および下部固定基板4との間には間隙が形成されている。弾性を有するダイアフラム38は圧力導入口22、42に導入される圧力の差に応じて上下方向にほぼ平行に変位(振動)する。ダイアフラム38はシリコン半導体基板3の一部によって形成されているため導電性をもち、可動電極として用いられる。

【0090】連結部35は、フレーム部31や支持部34Aに比べてかなり薄く、ダイアフラム38と同程度に形成され、弾性を有しており、フレーム部31の一侧の上部(上部固定基板2寄りの位置)において支持部34Aをフレーム部31に連結している。

【0091】上部固定基板2のダイアフラム38に対向する内面に、固定電極21が設けられている。固定電極21は、好ましくは上部固定基板2上にアルミニウム等を蒸着することによって形成される。下部固定基板4上にも固定電極41を設けるようにしてもよい。これらの電極21、41は導入口42の周囲において切欠かれている。

【0092】この静電容量型圧力センサに圧力導入口22、42を通じて外部から2つの圧力(たとえば測定圧力と基準圧力)が導入されると、これに応じてダイアフラム38が上下に平行に変位(振動)する。ダイアフラム38と固定電極21との間隙が変化することによりこれらの電極32、21間の静電容量が変化し、この静電容量の変化を電気信号として取出すことにより圧力(差圧)が検知される。

【0093】このような構造の圧力センサにおいても、ダイアフラム38を支持する支持部34Aが上、下の固定基板2、4と密接しているだけで固定基板2、4に接合(固定)されていない。

【0094】支持部34Aは弾性を有する梁35によってフレーム部31に連結されている。したがって、周囲温度の変化によって固定基板2、4やフレーム部31が多少変形しても支持部34Aおよびダイアフラム部38は殆ど変形しない。固定電極21(および41)と可動電極(ダイアフラム)38との間の静電容量の周囲温度の変化にともなう変動が抑制される。

【0095】上、下の固定基板2、4と半導体基板3のフレーム部31を陽極接合しても、支持部34Aの上、下面と上、下固定基板2、4とが接合されないための構造の具体例を、以下に第24実施例から第33実施例において説明する。これらの構造の中には特に加圧気体の漏洩

15

を有効に阻止できるものである。

【0096】第24実施例

図24において、上下固定基板2、4の支持部34Aに接触する部分に金属原子（たとえばCr原子）の拡散層50があらかじめ形成されている。この拡散層50は熱拡散やイオン注入により形成することができる。この拡散層の存在により、支持部34Aの上、下面と上、下固定基板2、4は陽極接合されず、支持部34Aは上、下固定基板2、4の拘束を受けないフリー状態となる。上、下固定基板2、4や半導体基板3のフレーム部31の熱歪みによる変形が、ダイアフラム38の張力に影響を与えにくくなる。

【0097】第25実施例

図25において、上下固定基板2、4の支持部34Aに接触する部分に樹脂膜（ポリイミド薄膜）51があらかじめ形成されている。ポリイミド薄膜51の存在により支持部34Aの上、下面と上、下固定基板2、4とは陽極接合されない。

【0098】第26実施例

図26において、上下固定基板2、4の支持部34Aに接触する部分にシリコン樹脂膜58があらかじめ形成されている。フレーム部31と上、下固定基板2、4は陽極接合されるが、支持部34Aと上下固定基板2、4はシリコン樹脂膜58の存在により陽極接合されない。

【0099】第27実施例

第27実施例は上述した第26実施例の変形例である。

【0100】図27を参照して、支持部34Aの上部固定基板2および下部固定基板4に接する部分に、2本の溝60が形成されている。上、下固定基板2、4の支持部34Aに接する部分には、2本の凸条59を有する環状のシリコン樹脂膜58が形成されている。フレーム部31と上、下固定基板2、4は陽極接合されるが、支持部34Aと上下固定基板2、4はシリコン樹脂膜58の存在により陽極接合されない。また支持部34Aに形成された溝60と、シリコン樹脂膜58上に形成された凸条59が噛み合うことによって、さらに圧力のリークが防止される。溝60（および凸条59）の本数は2本以上でもよい。また溝60の断面は矩形に限らず、V字形等でもよい。

【0101】第28実施例

図28において、上、下固定基板2、4の内面上に、フレーム部31の一部に接する部分から支持部34Aに接する部分の全部にかけて連続的に導電性薄膜（たとえばCrAu二層構造）52が形成されている。この導電性薄膜52は、ダイアフラム38に対向する上、下固定基板2、4内面に形成された固定電極21、41（たとえばCrAu二層構造）とは電氣的に絶縁されている。

【0102】導電性薄膜52の存在により支持部34Aと上、下固定基板2、4は陽極接合されない。導電性薄膜52と固定電極21、41とを同時に上、下固定基板2、4上に形成することができるので、作製プロセスが簡素にな

16

る。また、フレーム部31と支持部34Aとは導電性薄膜52によって電氣的に接続される。可動電極38の電氣的引出しをフレーム部31を通して行なう構成においては、可動電極38とフレーム部31との間の電氣的抵抗が導電性薄膜52の存在により低下するという利点もある。

【0103】第29実施例

図29において、上、下固定基板2、4の支持部34Aに接触する部分に導電性の高い金属薄膜（たとえばCr薄膜）53があらかじめ形成されている。Cr薄膜53の存在により支持部34Aと上下固定基板2、4は陽極接合されない。

【0104】第30実施例

図30において、支持部34Aの上、下面にSiN膜54があらかじめ形成されている。SiN膜54は、ドライ・エッチングまたはウェット・エッチングに際して、シリコン半導体基板3にマスクとして形成されたものを、支持部34Aの上、下面の部分のものだけをそのまま残しておくことにより、実現できる。SiN膜54の存在により支持部34Aと上、下固定基板2、4は陽極接合されない。またエッチング・マスクであるSiN膜54をそのまま残して用いるので、作製プロセスが簡素になる。

【0105】第31実施例

図31において、支持部34Aの上、下面に樹脂膜（たとえばポリイミド薄膜）51があらかじめ形成されている。

【0106】第32実施例

図32において、上、下固定基板2、4の支持部34に接触する部分には導電性の高いCr薄膜53が、支持部34の上、下面にはSiO₂膜55がそれぞれあらかじめ形成されている。これにより、上下固定基板2、4と支持部34は、より確実に接合されなくなる。

【0107】第33実施例

図33において、上、下固定基板2、4がシリコンで形成されている。フレーム部31の上、下固定基板2、4と接合すべき面にガラス層56が設けられている。好ましくは、ガラス層56はNaを含んだものが用いられる。ガラス層56を介してフレーム部31と上、下固定基板2、4は接合されるが、支持部34Aと上、下固定基板2、4はシリコン同士なので陽極接合されず、支持部34Aは上下固定基板2、4の拘束を受けないフリー状態となる。上、下固定基板2、4と半導体基板3が全て同じ材料（シリコン）なので熱膨張係数も同じであり、熱歪みが起きにくくなる。上、下固定基板2、4として絶縁性の高いシリコン基板を用いるが、支持部34Aと上、下固定基板2、4との間に絶縁層を設けておく。

【0108】第34実施例

図34において、シリコン半導体基板3のフレーム部の一例と支持部34AとがV溝36によって隔てられている。V溝36は基板3の両面から、好ましくは異方性エッチングによって形成される。上、下のV溝36の間の部分が第2連結部35Aとなっている。第2連結部35Aは弾性を有

しているの、熱歪みによる変形がダイアフラム38の張力に影響を与えにくくなる。溝36の断面はV字形に限らず他の形状でもよい。

【0109】第35実施例

図35において、第2連結部がばね35Bによって実現されている。すなわち、方形棒状のフレーム部31内に方形棒状の支持部34Aが形成されている。支持部34Aは、蛇行状のばね35Bによってフレーム部31にその四方向で連結されている。熱歪みによる変形はばね35Bによって吸収される。

【0110】第36実施例

支持部34Aをフレーム部31に連結するばね35Bは図35に示す蛇行状のもののみならず、図36に示すように、ダイアフラムに多数の穴があけられたものでも実現できる。このようにばねの形状には種々のものが採用できる。穴の形状も円に限定されない。

【0111】第37実施例

図37において、ダイアフラム38上の4箇所にピエゾ抵抗素子57が設けられている。ダイアフラム38の上下変位によってピエゾ抵抗素子57の抵抗値が変化し、この抵抗値

10

【0112】第38実施例

図38において、支持部34Aは腕35Cによって半導体基板3のフレーム部31の一側に支持されている。この腕35Cは加速度センサの中心線上であって、かつ高さの中央に形成されており、力が加えられても変形しない程度の固さを持っている。支持部34はフレーム部31の一側の中央部において支持されている。

【図面の簡単な説明】

【図1】(A)は第1実施例の半導体加速度センサの一部切欠き平面図、(B)は(A)のI-I線にそう断面図、(C)は外部の温度変化によって熱歪みが発生したときの様子を示す(B)相当の断面図である。

【図2】第2実施例の半導体加速度センサを示すもので、図1(B)に相当する断面図である。

【図3】第3実施例の半導体加速度センサを示すもので、図1(B)に相当する断面図である。

【図4】第4実施例の半導体加速度センサを示すもので、図1(B)に相当する断面図である。

【図5】第5実施例の半導体加速度センサを示すもので、図1(B)に相当する断面図である。

【図6】第6実施例の半導体加速度センサを示すもので、図1(B)に相当する断面図である。

【図7】第7実施例の半導体加速度センサを示すもので、図1(B)に相当する断面図である。

【図8】第8実施例の半導体加速度センサを示すもので、図1(B)に相当する断面図である。

【図9】第9実施例の半導体加速度センサを示すもので、図1(B)に相当する断面図である。

【図10】(A)は第10実施例の半導体加速度センサ

50

の一部切欠き平面図、(B)は(A)のX-X線にそう断面図である。

【図11】(A)は第11実施例の半導体加速度センサの一部切欠き平面図、(B)は(A)のXI-XI線にそう断面図である。

【図12】(A)は第12実施例の半導体加速度センサの一部切欠き平面図、(B)は(A)のXII-XII線にそう断面図である。

【図13】(A)は第13実施例の半導体加速度センサの一部切欠き平面図、(B)は(A)のXIII-XIII線にそう断面図である。

【図14】(A)は第14実施例の半導体加速度センサの一部切欠き平面図、(B)は(A)のXIV-XIV線にそう断面図である。

【図15】(A)は第15実施例の半導体加速度センサの一部切欠き平面図、(B)は(A)のXV-XV線にそう断面図である。

【図16】(A)は第16実施例の半導体加速度センサの一部切欠き平面図、(B)は(A)のXVI-XVI線にそう断面図である。

【図17】(A)は第17実施例の半導体加速度センサの一部切欠き平面図、(B)は(A)のXVII-XVII線にそう断面図、(C)は外部の温度変化によって熱歪みが発生したときの様子を示す(B)相当の断面図である。

【図18】(A)は第18実施例の半導体加速度センサの一部切欠き平面図、(B)は(A)のXVIII-XVIII線にそう断面図である。

【図19】(A)は第19実施例の半導体加速度センサの一部切欠き平面図、(B)は(A)のXIX-XIX線にそう断面図である。

【図20】(A)は第20実施例の半導体加速度センサの一部切欠き平面図、(B)は(A)のXX-XX線にそう断面図である。

【図21】(A)は第21実施例の半導体加速度センサの一部切欠き平面図、(B)は(A)のXXI-XXI線にそう断面図である。

【図22】(A)は第22実施例の半導体加速度センサの一部切欠き平面図、(B)は(A)のXXII-XXII線にそう断面図である。

【図23】(A)は第23実施例の半導体圧力センサの一部切欠き平面図、(B)は(A)のXXIII-XXIII線にそう断面図である。

【図24】第24実施例の半導体圧力センサを示すもので、図23(B)に相当する断面図である。

【図25】第25実施例の半導体圧力センサを示すもので、図23(B)に相当する断面図である。

【図26】第26実施例の半導体圧力センサを示すもので、図23(B)に相当する断面図である。

【図27】(A)は第27実施例の半導体圧力センサを示す断面図、(B)は支持部と下部固定基板との接触部

19

分の一部切欠き拡大図である。

【図 28】第 28 実施例の半導体圧力センサを示すもので、図 23 (B) に相当する断面図である。

【図 29】第 29 実施例の半導体圧力センサを示すもので、図 23 (B) に相当する断面図である。

【図 30】第 30 実施例の半導体圧力センサを示すもので、図 23 (B) に相当する断面図である。

【図 31】第 31 実施例の半導体圧力センサを示すもので、図 23 (B) に相当する断面図である。

【図 32】第 32 実施例の半導体圧力センサを示すもので、図 23 (B) に相当する断面図である。

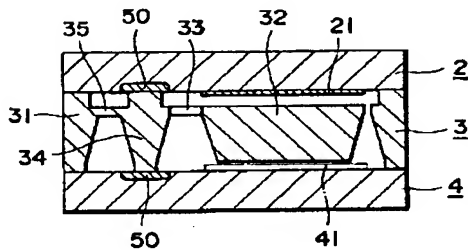
【図 33】第 33 実施例の半導体圧力センサを示すもので、図 23 (B) に相当する断面図である。

【図 34】(A) は第 34 実施例の半導体圧力センサの一部切欠き平面図、(B) は (A) の XXXIV - XXXIV 線にそう断面図である。

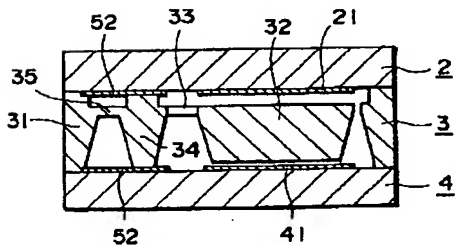
【図 35】(A) は第 35 実施例の半導体圧力センサの一部切欠き平面図、(B) は (A) の XXXV - XXXV 線にそう断面図である。

【図 36】(A) は第 36 実施例の半導体圧力センサの一部切欠き平面図、(B) は (A) の XXXVI - XXXVI 線にそう断面図である。

【図 2】



【図 4】



20

【図 37】(A) は第 37 実施例の半導体圧力センサの一部切欠き平面図、(B) は (A) の XXXVII - XXXVII 線にそう断面図である。

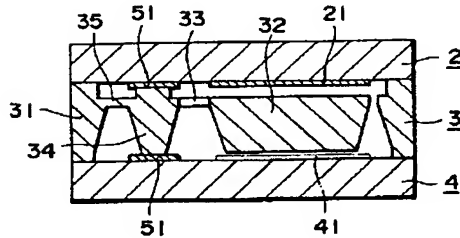
【図 38】(A) は第 38 実施例の半導体圧力センサの一部切欠き平面図、(B) は (A) の XXXVIII - XXXVIII 線にそう断面図である。

【図 39】(A) は従来の静電容量型半導体加速度センサの一部切欠き平面図、(B) は (A) の XXXIX - XXXIX 線にそう断面図、(C) は外部の温度変化によって熱歪みが発生したときの様子を示す (B) に相当する断面図である。

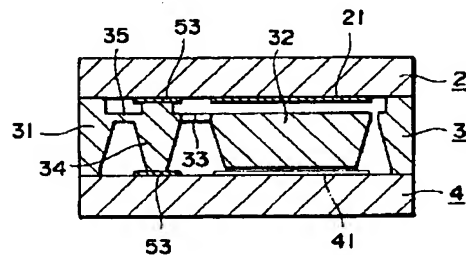
【符号の説明】

- 2 上部固定基板
- 3 シリコン基板
- 4 下部固定基板
- 21 固定電極
- 31 フレーム部
- 32 重り部
- 33, 33A, 35, 35A, 35B, 35C 梁
- 34, 34A 支持部
- 38 ダイアフラム
- 57 ピエゾ抵抗素子

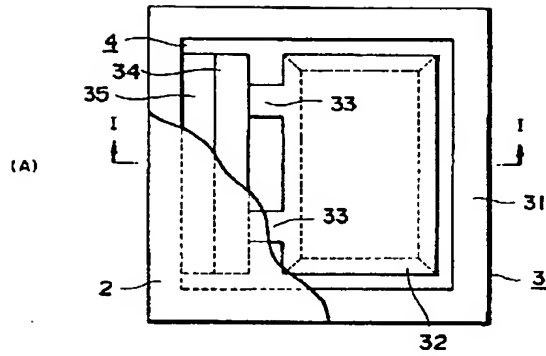
【図 3】



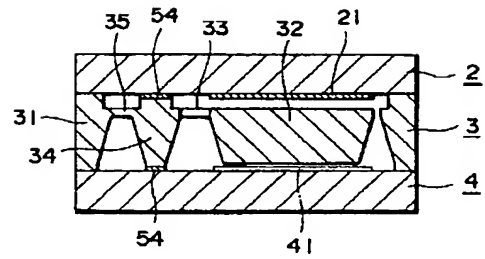
【図 5】



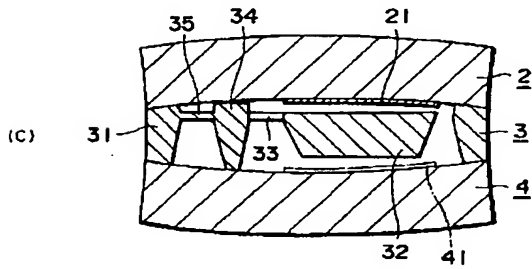
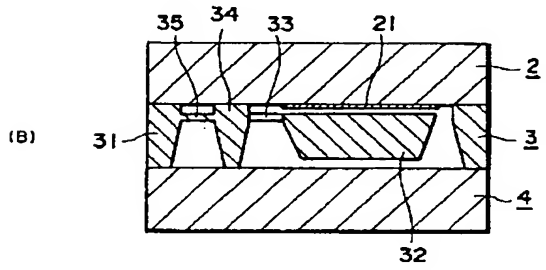
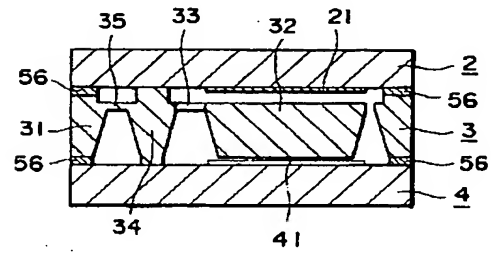
【図1】



【図6】

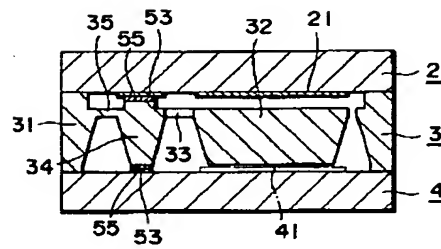
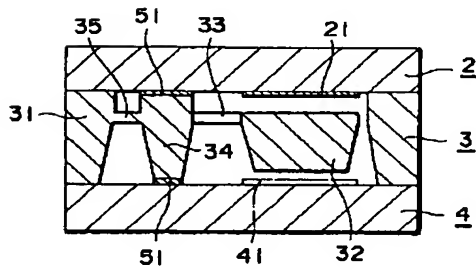


【図9】

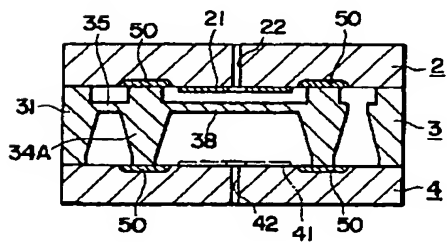


【図7】

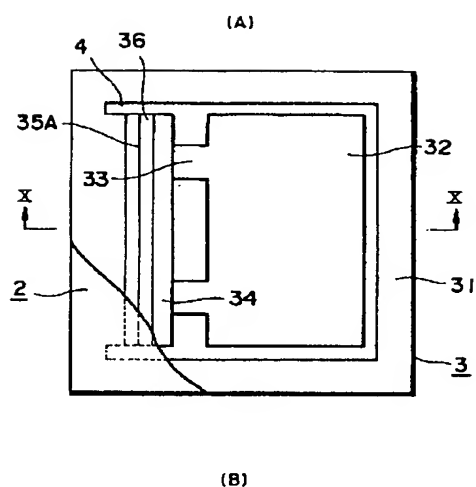
【図8】



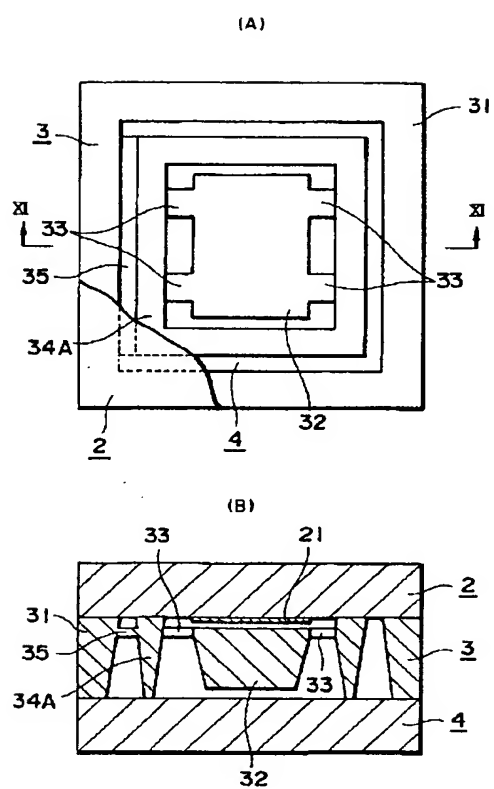
【図24】



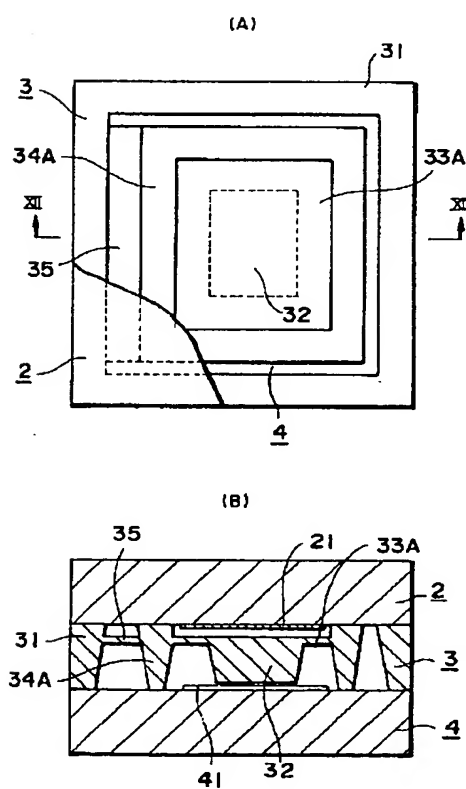
【図10】



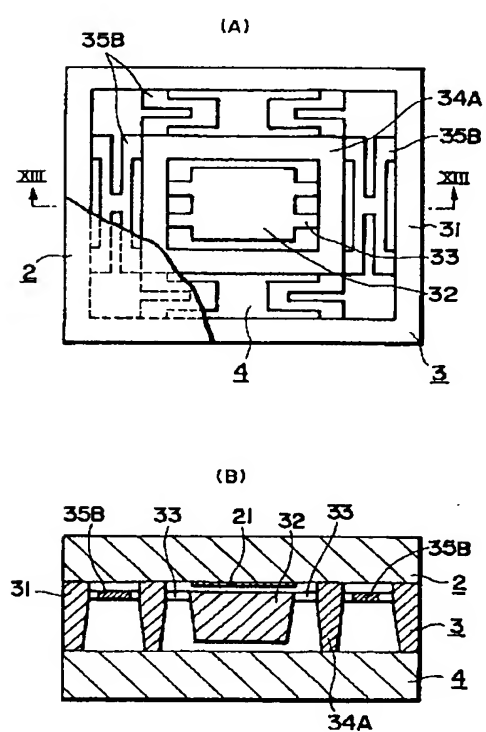
【図11】



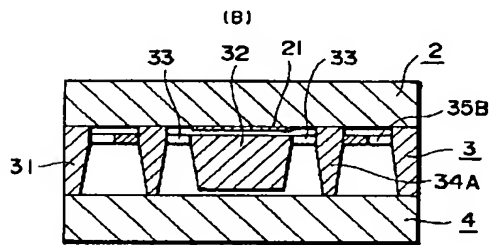
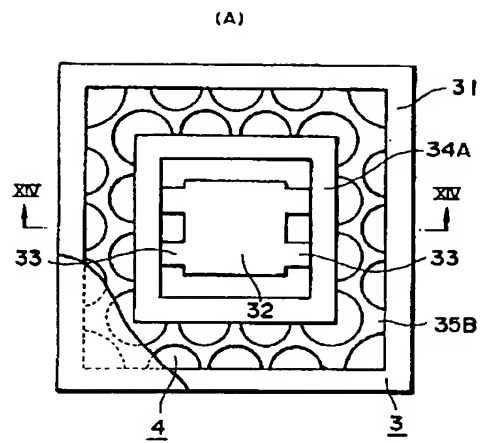
【図12】



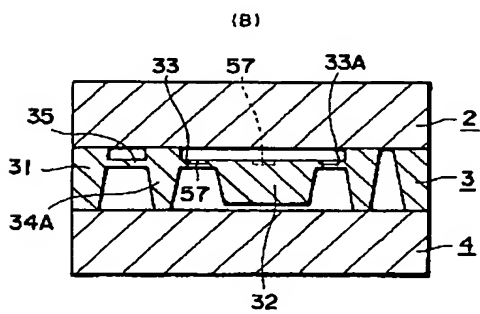
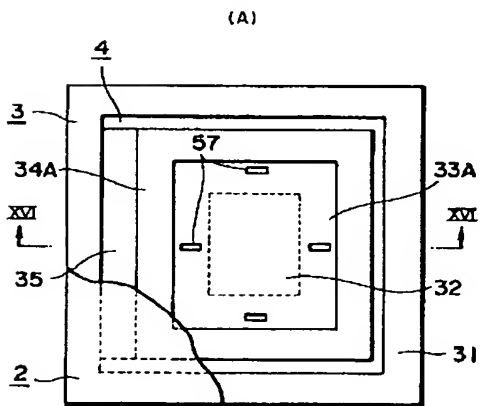
【図13】



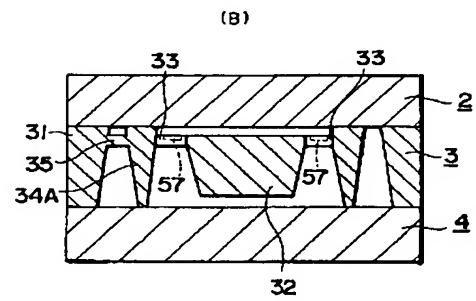
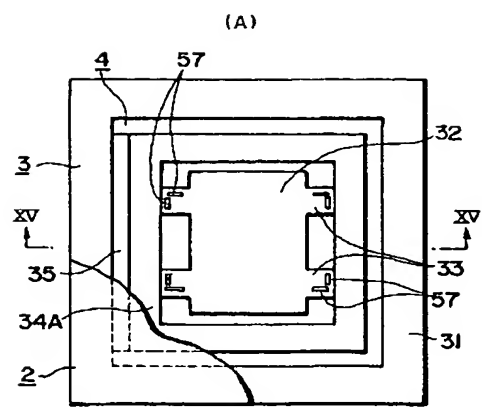
【図14】



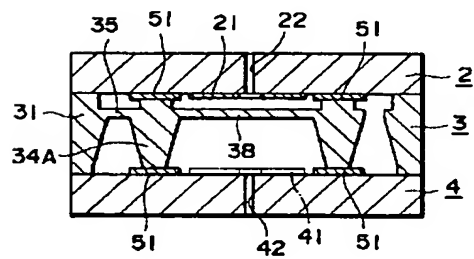
【図16】



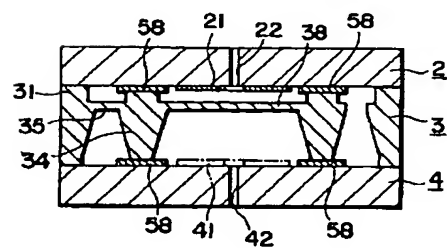
【図15】



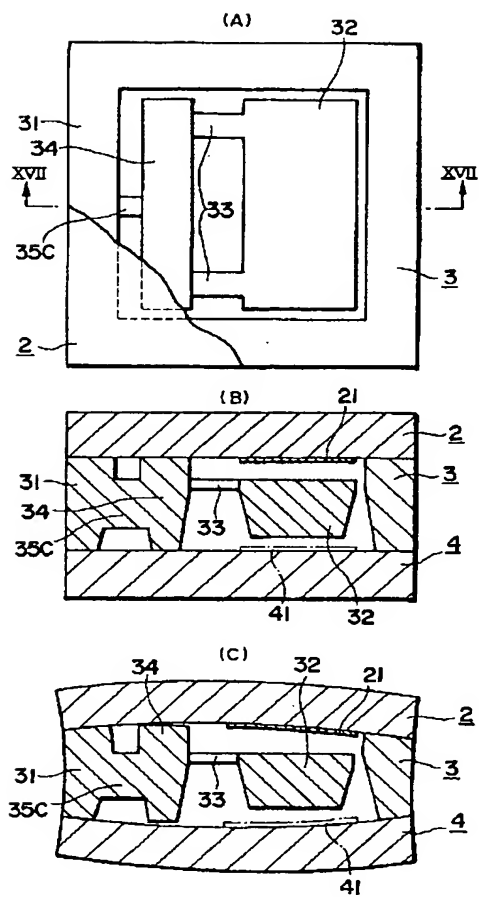
【図25】



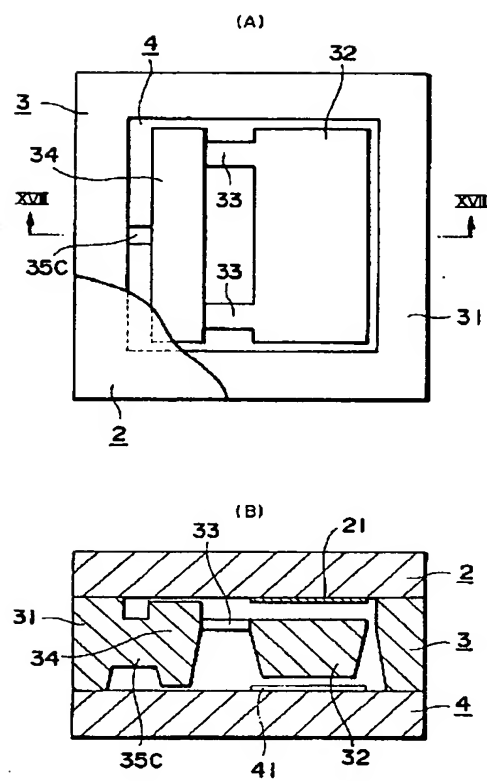
【図26】



【図 17】

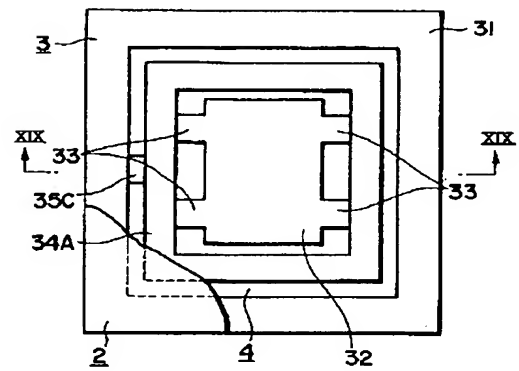


【図 18】

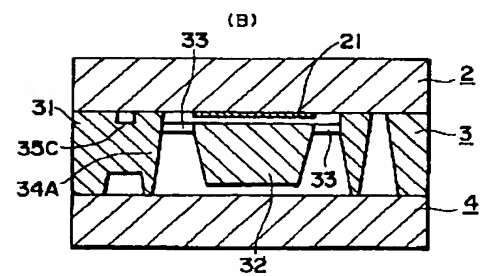


【図 19】

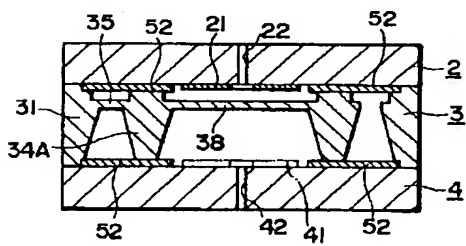
(A)



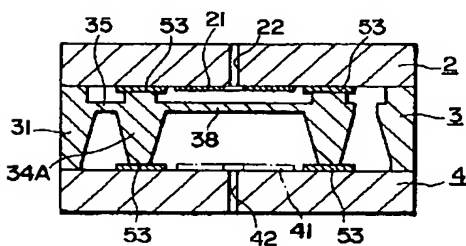
(B)



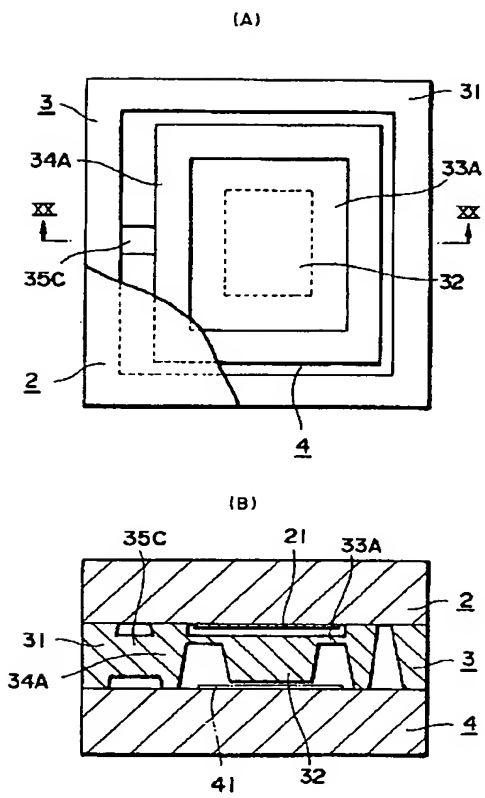
【図 28】



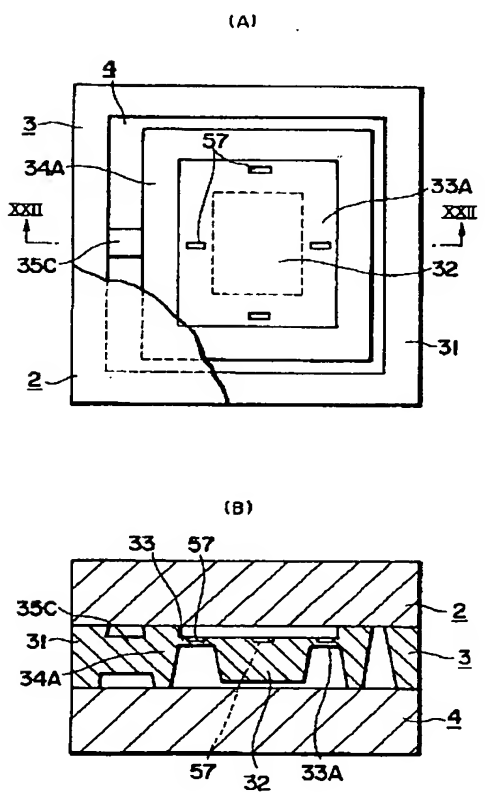
【図 29】



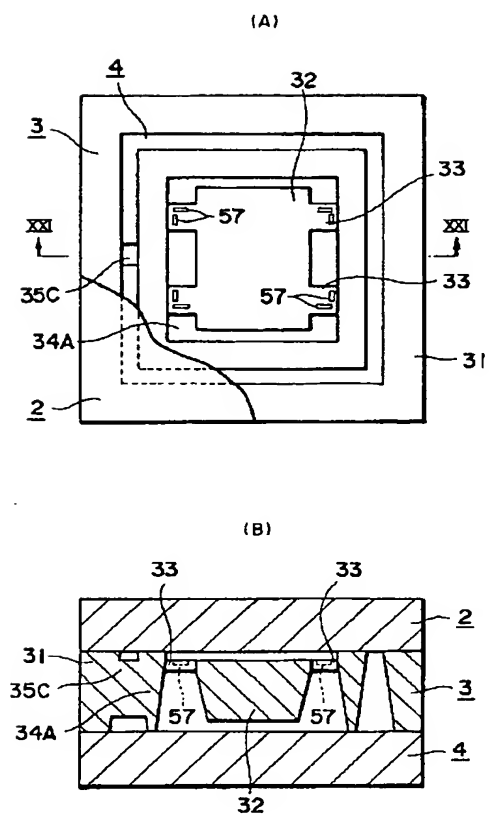
【図20】



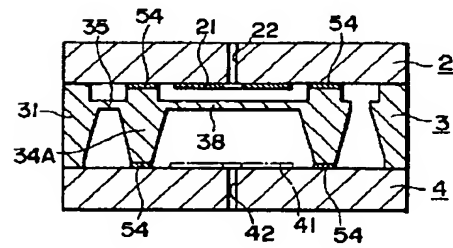
【図22】



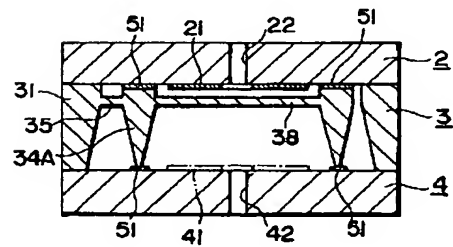
【図21】



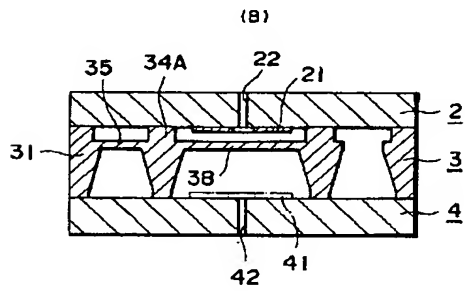
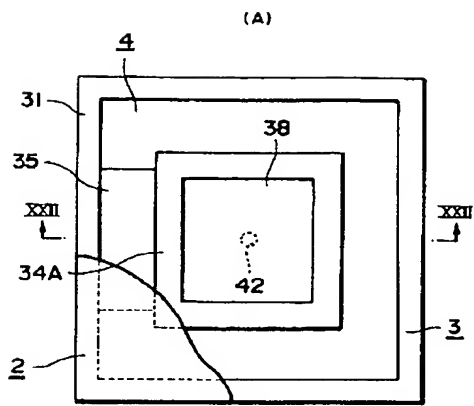
【図30】



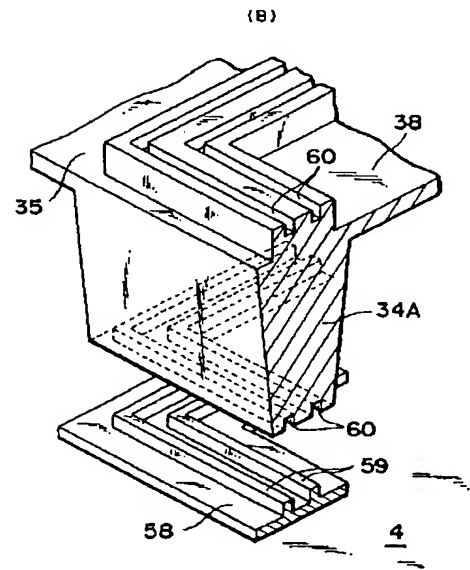
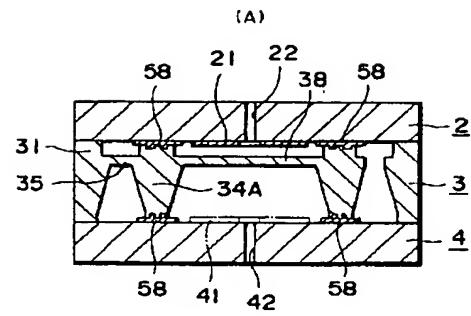
【図31】



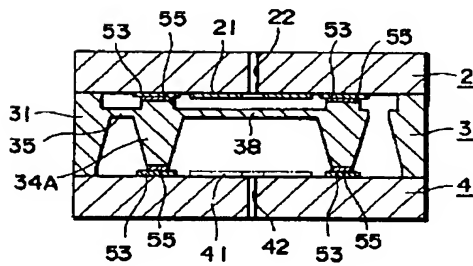
【図 2 3】



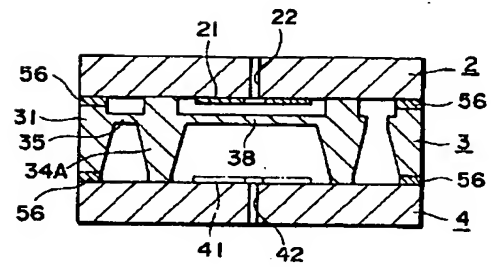
【図 2 7】



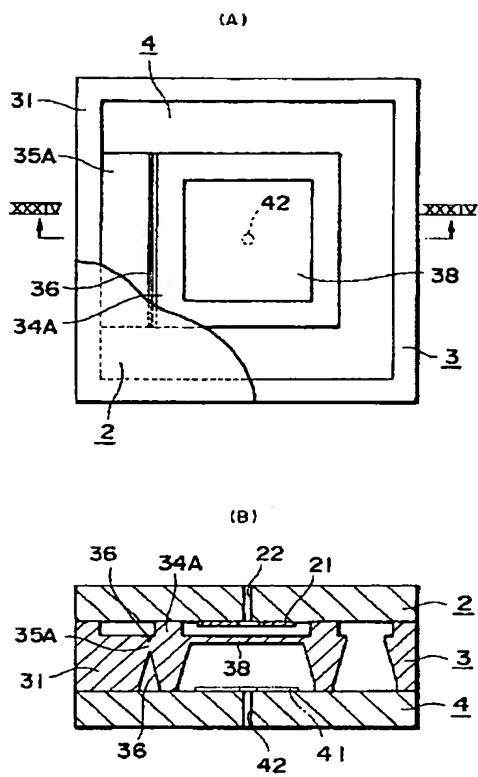
【図 3 2】



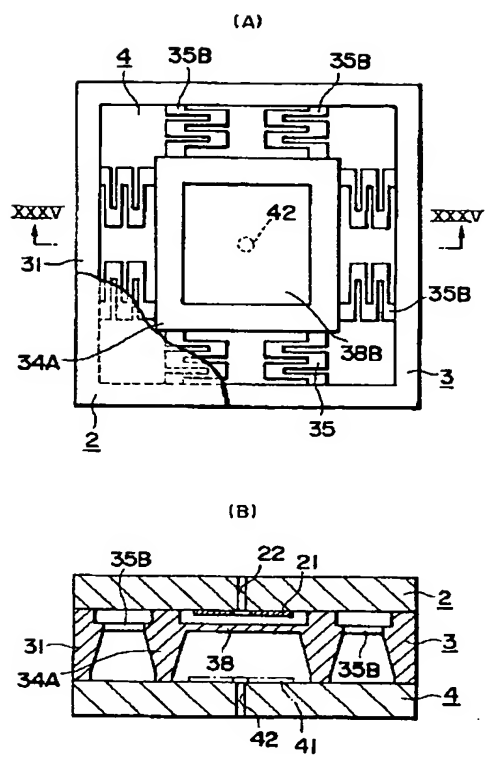
【図 3 3】



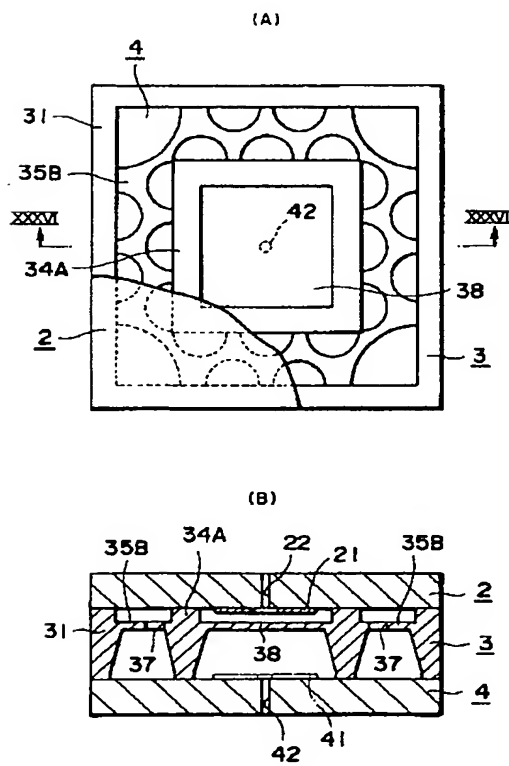
【図34】



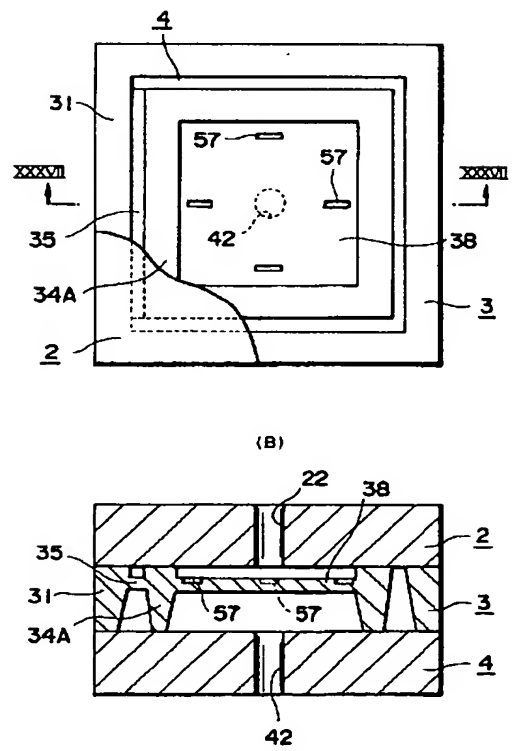
【図35】



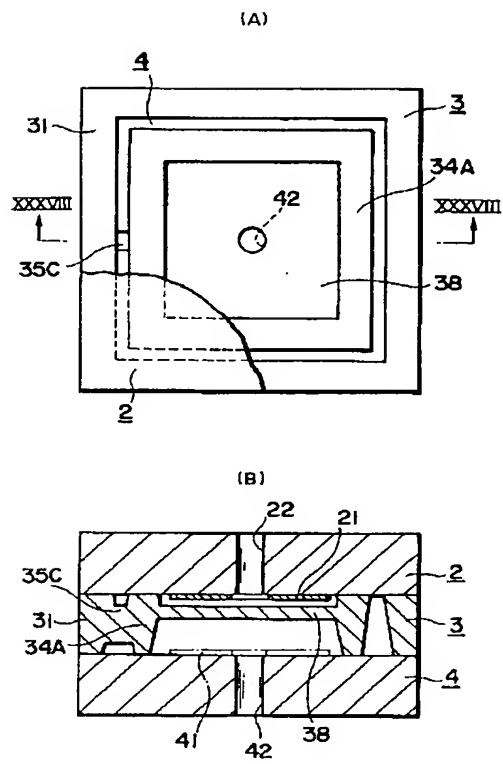
【図36】



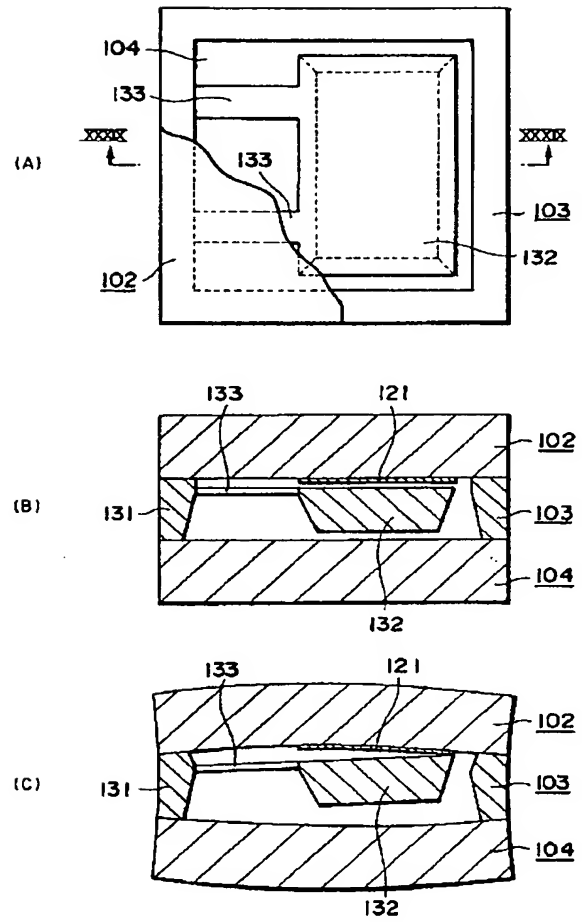
(A)



【図 3 8】



【図 3 9】



...

...

.

.

.

.

.

.

.

.